



**Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und
Naturschutz (NLWKN)
- Betriebsstelle Sulingen -**



Ermittlung des Überschwemmungsgebietes des Pennigbeek-Okeler Baches

Aufgestellt:



INGENIEUR-DIENST-NORD
Dr. Lange - Dr. Anselm GmbH
Industriestraße 32 · 28876 Oyten
Telefon: 04207 6680-0 · Telefax: 04207 6680-77
info@idn-consult.de · www.idn-consult.de

Datum: **30. März 2011**

Projekt-Nr.: **5006-A**

Inhalt

1	Veranlassung und Aufgabe	2
2	Berechnungsgrundlagen	3
3	Beschreibung des Untersuchungsraumes	4
4	Ermittlung der Abflussmengen	6
5	Berechnung der Wasserspiegellagen	7
5.1	Vorgehensweise	7
5.2	Das Programm "WaspTools"	8
5.3	Das Programm "HYSTEM-EXTRAN"	9
5.4	Vermessungsdaten	10
5.5	Bestimmung der Rauheitsbeiwerte	10
5.6	Ausgangswasserstand HW100	11
6	Ermittlung des Überschwemmungsgebietes	12
6.1	Vorgehensweise	12
6.2	Berechnungsergebnisse für den 100-jährlichen Abfluss	13
6.3	Plausibilitätskontrolle	14

1 Veranlassung und Aufgabe

Für den Pennigbeek-Okeler Bach soll das natürliche Überschwemmungsgebiet ermittelt werden. Der Untersuchungsraum erstreckt sich von dem Ortsteil Pennigbeck der Stadt Syke, nördlich der Friedeholz Straße (K 123) bis zum Ortsteil Okel, an der Kreuzung der Straßen Sarusch und An der Beeke (K 121) auf rd. 2,7 km Fließlänge.

Der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), Betriebsstelle Sulingen, hat die Ingenieur-Dienst-Nord GmbH (IDN), Oyten, mit der Berechnung des natürlichen Überschwemmungsgebietes beauftragt. Die Ergebnisse werden hiermit vorgelegt.

2 Berechnungsgrundlagen

Die Berechnungen basieren auf folgenden Unterlagen:

- TK 25, DGK 5, AK 5, Digitales Geländemodell (DGM 5 im 5 m-Raster) und Orthofotos, zur Verfügung gestellt vom NLWKN, Betriebsstelle Sulingen
- Route mit Stationierung und digitale hydrografische Karte des Gewässers, zur Verfügung gestellt vom NLWKN, Betriebsstelle Sulingen
- Aufmaße des Gewässers und der Kreuzungsbauwerke, durchgeführt vom Vermessungsbüro DH Geoservice im Dezember 2010
- Hochwasserbemessungswerte für die Fließgewässer in Niedersachsen, herausgegeben vom NLÖ 2003
- Einzugsgebietsflächen, geliefert vom Fachdienst Umwelt und Straße des Landkreises Diepholz
- Ortsbesichtigung durch den IDN und Abstimmungen mit dem NLWKN, Betriebsstelle Sulingen

Am 06.07.2009 fand in der Betriebsstelle Sulingen des NLWKN der Auftakttermin zur Berechnung mehrerer Überschwemmungsgebiete einschließlich des Pennigbeek-Okeler Baches statt. Teilnehmer waren Landkreise, Unterhaltungsverbände und Kommunen sowie der NLWKN. Ziel des Auftakttermins war die Bereitstellung von Unterlagen, die der Berechnung und Darstellung des Überschwemmungsgebietes dienen.

Vom Mittelweserverband in Syke wurden ein Lageplan und ein Längsschnitt der Verrohrung zwischen den Ortsteilen Pennigbeck und Texas zur Verfügung gestellt.

Die Unterlagen zeigen, dass der tatsächliche Verlauf der Verrohrung deutlich von der gelieferten digitalen Gewässerroute abweicht. Im übrigen Verlauf lagen leichte Abweichungen zwischen Gewässerroute und tatsächlichem Verlauf vor. Die digitale Gewässerroute wurde gemäß Vorgaben des AG an den tatsächlichen Gewässerverlauf angepasst. Die Stationsangaben in den vorgelegten Unterlagen beziehen sich auf die neue Route.

3 Beschreibung des Untersuchungsraumes

Das Einzugsgebiet des Pennigbeek-Okeler Bachs beginnt nördlich der Ortslage Schnepke. Er fließt in nordöstliche Richtung bis zur Ortslage Texas. Von dort bis zur südlichen Ortslage Pennigbeck ist er auf einer Länge von 1.123 m verrohrt. In vorwiegend nördlicher Richtung verläuft das Gewässer vorbei am Gut Falkenburg durch die Ortslage Okel hindurch. Nördlich des Ortes schwenkt das Gewässer in östliche Richtung bis es in den Süstedter Bach mündet. Das Untersuchungsgebiet endet jedoch bereits nördlich der Ortschaft Okel. Die Geländehöhen im Einzugsgebiet fallen von NN + 48 m auf NN + 6 m.

Der Untersuchungsraum zur Berechnung des Überschwemmungsgebietes beginnt in der Ortslage Pennigbeck an der Station 5+000. Da diese Station innerhalb einer 1.123 m langen Verrohrung liegt, wurde der Untersuchungsraum bis oberhalb des Beginns der Verrohrung erweitert. Er beginnt an der Station 5+660, da hier der Bau eines Speicherraumes geplant und damit das zugehörige Einzugsgebiet klar definiert ist. Das Einzugsgebiet des Pennigbeek-Okeler Baches hat an dieser Stelle eine Größe von rd. $A_{E_0} = 2,14 \text{ km}^2$. Bis zum Ende des Untersuchungsraumes nördlich von Okel (Station 2+300) vergrößert sich das Einzugsgebiet auf rd. $A_{E_0} = 7,25 \text{ km}^2$. Die Geländehöhen im Untersuchungsraum fallen von NN + 48 m auf NN + 10 m (siehe Anlage 2).

Angrenzend an das Gewässer befinden sich im südlichen Abschnitt überwiegend landwirtschaftlich genutzte Flächen und verstreute Bebauung. Im mittleren Abschnitt des Untersuchungsraumes grenzen hauptsächlich Waldstücke und Ackerflächen an das Gewässer an. Im nördlichen Untersuchungsraum durchfließt das Gewässer eine bebaute Ortslage (Okel) und Weideflächen.

Im Untersuchungsabschnitt des Pennigbeek-Okeler Baches befinden sich zwei Verrohrungen, 11 Durchlässe, ein Steg und ein Wehr im Gewässer. Die Bauwerke werden in der Tabelle 1 entsprechend der Stationierung (in Fließrichtung) zusammengefasst.

Tabelle 1: Bauwerke im Untersuchungsraum des Pennigbeek-Okeler-Baches

Station	Bauwerk
5+660	Verrohrung Einlauf "Auf dem Texas"
5+073	Verrohrung L=1123m
4+537	Verrohrung Auslauf
4+272	Durchlass
3+949	Durchlass "Falkenburg"
3+756	Durchlass
3+477	Durchlass
3+268	Verfallenes Bauwerk
3+109	Durchlass

Station	Bauwerk
3+035	Durchlass
2+922	Durchlass
2+902	Steg
2+890	Verrohrung Einlauf
2+836	Verrohrung L=107m "Okel"
2+782	Verrohrung Auslauf
2+718	Durchlass "Achter Jürns Hoff"
2+653	Durchlass "Alte Beeke"
2+633	Wehr
2+510	Durchlass
2+414	Durchlass

Mit Ausnahme des "Penningbeek-Okeler Bruch-einschließlich-Parallelgrabens", des Grenzgrabens, des Diekhusgrabens und kleinerer Entwässerungsgräben befinden sich keine einmündenden Nebengewässer im Untersuchungsraum.

4 Ermittlung der Abflussmengen

Gemäß Wasserhaushaltsgesetz § 76 und Niedersächsischem Wassergesetz § 115, werden die Überschwemmungsgebiete für den 100-jährlichen Hochwasserabfluss festgesetzt.

Die Abflussmengen wurden in Abstimmung mit dem Gewässerkundlichen Landesdienst (GLD) ermittelt. Die Ermittlung erfolgte auf Basis der Hochwasserabflussspenden der Veröffentlichung "Hochwasserbemessungswerte für die Fließgewässer in Niedersachsen" (NLÖ 2003). Der Pennigbeek-Okeler Bach gehört zur hydrologischen Landschaft Weser-Aller-Geest (Eiter). In Abstimmung mit dem GLD wurde die Regressionsgleichung der Hochwasserbemessungswerte auch für Einzugsgebiete < 20 km² angewendet.

Die Einzugsgebietsgrößen im Untersuchungsraum des Pennigbeek-Okeler Baches wurden der digitalen hydrografischen Karte Niedersachsen (Quelle: NLWKN) entnommen. Teileinzugsgebiete wurden auf Grundlage von Höhenlagen und zusätzlichen Informationen des Landkreises Diepholz digital angepasst. Auf Grundlage der ermittelten Einzugsgebiete und der Hochwasserabflussspenden ergeben sich am Pennigbeek-Okeler Bach folgende Abflüsse:

Tabelle 2: Abflusswerte des Pennigbeek-Okeler Baches

von Station	Lage	bis Station	Lage	AE [km ²]	Hq ₁₀₀ [l/s km ²]	HQ ₁₀₀ [m ³ /s]
5+660	Oberhalb verrohrtem Gewässerabschnitt innerhalb der Ortslage Pennigbeek	5+166	Straßendamm "Friedeholzstraße" (K 123)	0,94	342	0,32
5+166	Straßendamm "Friedeholzstraße" (K 123)	4+537	Ende der Verrohrung des Gewässers	2,14	281	0,60
4+537	Ende der Verrohrung des Gewässers	3+558	Einmündung "Pennigbeek-Okeler Bruch-einschl.-Parallelgr." von links bei Gut Falkenburg	3,25	254	0,83
3+558	Einmündung "Pennigbeek-Okeler Bruch-einschl.-Parallelgr." von links bei Gut Falkenburg	3+138	Einmündung "Diekhusgraben" von links	4,78	232	1,11
3+138	Einmündung "Diekhusgraben" von links	2+300	Ende der Berechnungsstrecke bei Straße "Sarusch"	7,25	210	1,52

Mit den in der Tabelle 2 angegebenen Abflusswerten wurde die Wasserspiegellagenberechnung durchgeführt.

5 Berechnung der Wasserspiegellagen

5.1 Vorgehensweise

Gemäß Vorgaben des NLWKN wurden die Wasserspiegellagen mit einem stationären, eindimensionalen Berechnungsmodell ermittelt.

Eindimensionale (1D) Modelle werden für die Simulation natürlicher Gerinne mit sich laufend, aber mäßig ändernden Querschnitten und einfachen Abflussverhältnissen angewendet. Mit 1D-Modellen werden die physikalischen Prozesse der Fließströmung in Richtung der Gewässerachse abgebildet.

Für die Modellierung des Pennigbeek-Okeler Baches wurde das Programm "WaspTools" verwendet.

Der Abfluss im verrohrten Gewässerabschnitt (Station 4+537 bis 5+660) wurde mit dem Programmteil "EXTRAN" der Software "HYSTEM-EXTRAN" berechnet. Die Modelle wurden am Auslauf der Verrohrung über eine Wasserspiegel-Abfluss-Beziehung miteinander gekoppelt. Angesetzt zur Berechnung der Leistungsfähigkeit und der Wasserspiegelhöhen wurde der Ausgangswasserspiegel an der Station 4+537 aus der "WaspTools-Berechnung" und die stationären Abflüsse aus der Tabelle 2 für diesen Gewässerabschnitt.

Um das Gewässer im Modell abzubilden, wurden Querprofile und Bauwerke vermessen und ins Modell eingefügt. Weitere Modellparameter wie die Aufteilung der Profile in Hauptgerinne, Vorland- und Bewuchsbereiche sowie die Festlegung des abflusswirksamen Bereiches bei möglichen Ausuferungen sind anhand des Kartenmaterials, der örtlichen Begehung sowie anhand von Fotografien und Luftbildern ermittelt worden.

Die Rauheitsbeiwerte der jeweiligen Gerinnequerschnitte bzw. Teilquerschnitte wurden aufgrund von Erfahrungswerten ermittelt und über vor Ort aufgemessene Wasserstände im Gewässer kalibriert.

5.2 Das Programm "WaspTools"

Das angewandte Berechnungsmodell "WaspTools" beruht auf einem eindimensionalen Ansatz für die Strömungsgleichung.

Die Berechnung der Wasserspiegellagen erfolgt mittels numerischer Verfahren schrittweise von Profil zu Profil. Bei strömendem Abfluss wird die Berechnung entgegen und bei schießendem Abfluss mit der Fließrichtung durchgeführt.

Fließformel

Für die 1D-Wasserspiegellagenberechnung können verschiedene empirische Fließformeln angewendet werden. Die Fließformel nach MANNING-STRICKLER ist in der wasserwirtschaftlichen Praxis weit verbreitet und bewährt.

Die vorliegenden Berechnungen erfolgten auf Grundlage der Kontinuitätsgleichung und der empirischen Gleichung nach MANNING-STRICKLER:

$$Q = v \cdot A$$

und

$$v = k_{St} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I_{So}^{1/2}$$

mit

Q	=	Abfluss [m ³ /s]
v	=	Fließgeschwindigkeit [m/s]
A	=	Fließquerschnitt [m ²]
k _{St}	=	Abflussbeiwert nach Manning-Strickler [m ^{1/3} /s]
r _{hy}	=	hydraulischer Radius = A/I _u [m]
I _{So}	=	Sohlengefälle [m/m]
I _u	=	benetzter Umfang [m]

Querschnitte mit unterschiedlichen Bewuchsbereichen werden in Teilquerschnitte untergliedert. Unter der Berücksichtigung, dass die Gesamtfläche A gleich der Summe der Teilflächen A_j und der Gesamtabfluss Q gleich der Summe der Teilflächen A_j mal der Teilgeschwindigkeiten v_j ist, ergibt sich der Abfluss im Profil zu:

$$A = \sum A_j$$

und

$$Q = \sum Q_j = \sum v_j A_j = v_L A_L + v_F A_F + v_R A_R$$

mit L: linkes Vorland; F: Hauptquerschnitt; R: Rechtes Vorland; Q: Gesamtabfluss [m³/s].

Bauwerksberechnung

Bei der Berechnung von Bauwerken (Brücke, Durchlass, Wehr) werden die Strömungsverluste und die Wasserstände abhängig vom Bauwerkstyp und vom Abflusszustand ermittelt. Hierfür wird zwischen den folgenden Abflusszuständen unterschieden:

- Freier Abfluss
- Rückgestaute Brücke mit freiem Abfluss unter der Brücke
- Rückgestaute Brücke und Druckabfluss
- Überstaute Brücke mit vollkommenem Überfall und Druckabfluss
- Überstaute Brücke mit unvollkommenem Überfall und Druckabfluss
- Vollkommener Überfall
- Unvollkommener Überfall

Beim Auftreten von Druckabflüssen im Brückenbereich kann die Druckgeschwindigkeit auch über die Formel nach TORRICELLI bestimmt werden. Der Pfeilerstau wird mit den Gleichungen nach REHBOCK und YARNELL berechnet.

5.3 Das Programm "HYSTEM-EXTRAN"

Programm HYSTEM-EXTRAN wird vom itwh Hannover vertrieben und ist eines der verbreitetsten Softwarelösungen zur Simulation von Abflüssen in Kanalnetzen. Das Modell arbeitet nach dem Ganglinienverfahren, das das Niederschlag-Abfluss-Geschehen an der Oberfläche und im Kanalnetz in seinem örtlichen und zeitlichen Verlauf beschreibt. Gegenüber konventionellen Berechnungsverfahren, wie z. B. das Zeitbeiwertverfahren hat das hier eingesetzte Programm HYSTEM-EXTRAN den Vorteil der genaueren Erfassung der Zuflussbedingungen (Programmteil HYSTEM), insbesondere berücksichtigt es aber bei der Berechnung der Transportvorgänge im Kanalsystem (Programmteil EXTRAN) das Speichervermögen der Rohrleitungen. Grundlage für die Berechnungen ist ein durch alle berechnungsrelevanten Daten des Kanalnetzes definiertes Modellsystem mit geometrischen Informationen zu Kanalhaltungen und Schächten.

Für die vorliegende Aufgabenstellung ist nur der Programmteil EXTRAN notwendig, der den Transportvorgang im verrohrten Gewässerabschnitt simuliert.

Die notwendigen Daten der Verrohrung stammen aus dem Längsschnitt des Mittelweserverbandes. Simuliert wurde ein Kanalstrang von dem Einlauf in die Verrohrung (Station 5+660) bis zum Auslauf (Station 4+537). Aus modelltechnischen Gründen wurde die Verrohrung komplett simuliert.

5.4 Vermessungsdaten

Für die Erstellung des Berechnungsmodells standen die aktuell aufgemessenen Gewässerprofile des Gewässers sowie die hydraulisch relevanten Abmessungen der Kreuzungsbauwerke zur Verfügung. Die Gewässerprofile wurden je nach örtlichen Gegebenheiten in einem Abstand von 100 m bis 250 m aufgenommen. Vorlandbreiten wurden so weit aufgemessen, dass der abflusswirksame Bereich des Gewässers erfasst wurde. Die Höhenangaben des DGM wurden mit den aufgemessenen Höhenpunkten der Vorländer abgeglichen. In Ausnahmefällen wurden einzelne Höhendaten aus dem DGM übernommen. Hydraulisch erforderliche Zwischenprofile wurden interpoliert.

Aufgrund terminlicher Zwänge erfolgte die Vermessung im Dezember. Die teilweise widrigen, vorherrschenden Witterungsverhältnisse hatten keinen Einfluss auf die Vermessungsergebnisse.

Oberhalb von Station 4+537 verläuft der Pennigbeek-Okeler Bach im Untersuchungsraum vollständig verrohrt. In diesem Abschnitt wurden daher keine weiteren Profile des Gewässers aufgemessen und dargestellt. Lage und Dimensionierung der Verrohrung wurden aus den Unterlagen des Mittelweserverbandes entnommen.

5.5 Bestimmung der Rauheitsbeiwerte

Um Reibungsverluste durch Geländeunebenheiten und Bewuchs abzubilden, werden jedem Gerinnequerschnitt bzw. Teilquerschnitt Rauheitsbeiwerte zugewiesen.

Die für die Wasserspiegellagenberechnung angesetzten Rauheitsbeiwerte nach MANNING-STRICKLER (k_{St}) wurden auf Grundlage von Erfahrungswerten gewählt. Anhand der bei den Vermessungsarbeiten erfassten Wasserstände konnte eine überschlägige Überprüfung der gewählten Rauheitsparameter erfolgen.

Hochwassermarken von bisher aufgetretenen Hochwasserereignissen standen nicht zur Verfügung.

Es wurden folgende Werte angesetzt:

- | | |
|---------------------------|---|
| • Hauptquerschnitt | $k_{St} = 15 - 32 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ |
| • Böschungen | $k_{St} = 5 - 15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ |
| • Vorländer Grünland | $k_{St} = 15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ |
| • Vorländer Ackerflächen | $k_{St} = 10 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ |
| • Bewuchsbereiche/Gehölze | $k_{St} = 5 - 10 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ |

5.6 Ausgangswasserstand HW_{100}

Der Ausgangswasserspiegel für die Berechnung des Überschwemmungsgebietes des Pennigbeek-Okeler Baches am unteren Ende des Untersuchungsraumes (Station 2+300) lag nicht vor. Als untere Randbedingung wurde daher in Absprache mit dem AG von einem gleichförmigen Abfluss am Auslauf ausgegangen. Für ein 100-jährliches Hochwasserereignis stellt sich an der Station 2+218 (erstes gemessenes Profil) des Pennigbeek-Okeler Baches ein Wasserspiegel $HW_{100} = NN + 9,99$ m ein.

6 Ermittlung des Überschwemmungsgebietes

6.1 Vorgehensweise

Mit dem ermittelten Hochwasserabfluss HQ_{100} wurde mit "WaspTools" eine Wasserspiegellagenberechnung im Bereich zwischen den Stationen 2+218 und 4+537 durchgeführt.

Mit "EXTRAN" wurde zwischen den Stationen 4+537 und 5+660 die Verrohrung simuliert. Eine Verschneidung der mit "EXTRAN" berechneten Wasserspiegelhöhen ist nicht möglich, da bei der Simulation der Verrohrung nur ein Einstau bis maximal zur Geländeoberkante berechnet wird. Im Falle eines Überstaus kann theoretisch ohne Geländeprofile keine Wasserspiegelhöhe ermittelt werden.

Die errechneten Wasserstände aus der Simulation mit WaspTools wurden im Anschluss zwischen den Berechnungsprofilen linear interpoliert und in einem GIS mit dem digitalen Geländemodell verschnitten. Dem digitalen Geländemodell liegt ein 5 x 5 m-Raster zugrunde, das anhand der durchgeführten Vermessungen verifiziert wurde. Aus der Höhendifferenz zwischen Wasserspiegellage und Geländemodell lassen sich die überschwemmten Flächen und die Überschwemmungstiefen ableiten. Befindet sich der berechnete Wasserstand über der Geländehöhe, zählt dieser Punkt zur Überschwemmungsfläche, ansonsten gilt der Punkt als nicht überschwemmt.

Im Rahmen einer Plausibilitätsprüfung wurde das automatisiert verschnittene Überschwemmungsgebiet einer manuellen Kontrolle unterzogen.

Bei eingedeichten bzw. verwallten Gewässern ergibt sich oft ein Wasserstand, der unterhalb der Verwallungshöhe, aber über dem angrenzenden Geländeniveau liegt. Die angrenzenden Flächen werden daher vom Programm als überflutet dargestellt und müssen mittels manueller Eingriffe aus dem berechneten Überschwemmungsgebiet herausgenommen werden. Ähnlich verhält es sich bei Flächen, die tiefer als die jeweilige Böschungsoberkante des Gewässers liegen, z. B. bei Vorländern, die zum Talrand hin geneigt sind. Auch in diesen Bereichen kann der Wasserstand des Gewässers über dem jeweiligen Geländeniveau liegen, aber das Gewässer ufert nicht aus und führt nicht zu Überschwemmungen.

Dämme (Straßen, Eisenbahnlinien, etc.) werden im digitalen Geländemodell häufig nicht erfasst. Im Überschwemmungsgebiet können sie aber als Querriegel wirken und eine Ausweitung von Überschwemmungen verhindern. Überschwemmt dargestellte Flächen hinter Querriegeln werden manuell aus dem Überschwemmungsgebiet herausgenommen.

Falls der ermittelte Hochwasserspiegel im Gewässer nur abschnittsweise über der Böschungsoberkante liegt, wird durch manuelle Korrektur ausgeschlossen, dass es interpolationsbedingt auf überschwemmten Vorländern zu ansteigenden Wasserständen oberhalb der Austrittsstelle kommt.

Das berechnete und auf Plausibilität geprüfte Überschwemmungsgebiet des Pennigbeek-Okeler Baches beim 100-jährlichen Abfluss ist in den Anlagen dargestellt. Die Ergebnisliste der Wasserspiegellagenberechnung ist dem Anhang zu entnehmen.

6.2 Berechnungsergebnisse für den 100-jährlichen Abfluss

Im Fall eines 100-jährlichen Hochwasserereignisses tritt der Pennigbeek-Okeler Bach im untersuchten Abschnitt teilweise über die Ufer. Die Beschreibung der Ergebnisse erfolgt in Fließrichtung, also entgegen der Gewässerstationierung.

Mit dem Simulationsprogramm "EXTRAN" wurden im verrohrten Abschnitt des Gewässers zwei Engpässe ermittelt:

- Bei der Station 5+111, ca. 50 m nördlich der Querung der K 123 wird ein Schacht überstaut. Ein Abflussanteil in Höhe von 15 l/s kann vom Kanal nicht abgeleitet werden. Diese Wassermenge tritt hier aus und wird über die Oberfläche (Wiese / Weide) und das Grabensystem abgeleitet. Die Wasserspiegellagen wurden nicht ermittelt. Die Straße "Pennigbeek" und die bebauten Flächen liegen hier deutlich über dem Gelände.
- Bei der Station 4+764, etwa 230 m oberhalb des Auslaufs der Verrohrung wird ein weiterer Schacht überstaut. Ein Abfluss in Höhe von 54 l/s kann vom Kanal nicht abgeleitet werden. Der überstaute Schacht liegt inmitten eines Ackers und reicht zwecks Nutzung der Fläche nicht bis an die Geländeoberfläche. Es ist eine Überdeckung von etwa 0,5 m Höhe vorhanden. Der überstaute Abflussanteil wird dementsprechend in den Boden geleitet. Vernässungen sind an dieser Position in den vorliegenden Luftbildern zu erahnen. Wasserspiegellagen wurden hier nicht ermittelt, der ausgetretene Abflussanteil wird über die Ackerflächen zwischen den Stationen 4+537 und 4+285 wieder ins Gewässer gelangen.

Die Leistungsfähigkeit der verrohrten Gewässerstrecke reicht nicht aus, um den anfallenden Hochwasserabfluss abzuleiten, ein Abflussanteil von 69 l/s tritt aus den Schächten aus, und wird im Endeffekt dem Pennigbeek-Okeler Bach zugeleitet werden. Auf der sicheren Seite liegend wurden die ausgetrete-

nen Abflussanteile am Beginn der 1D-Modellierung (Station 4+537) wieder beaufschlagt. In diesem Gewässerabschnitt ist eine ausreichende Leistungsfähigkeit vorhanden.

Im Bereich des offenen Verlaufs des Pennigbeek-Okeler Baches ist an der Station 3+949 ein Durchlass der Straße "Falkenburg", der eine sehr geringe Leistungsfähigkeit aufweist. Hier wird ein Aufstau gegenüber dem Wasserspiegel unterhalb in Höhe von 2,50 m berechnet. Alles deutet darauf hin, dass der Aufstau gewollt ist. Von der resultierenden Überflutung ist nur ein Waldstück betroffen; angrenzende Bebauung und Straßen sind hochwasserfrei.

Unterhalb der Station 3+350 bis etwa Station 2+920 treten Überflutungen von etwa 100 m Breite auf, die sich nach unterhalb jedoch deutlich verringern. Betroffen sind Waldflächen, eine Teichanlage und Wiesen.

Zwischen den Stationen 2+737 und 2+706 wurde bei der Verschneidung der berechneten Wasserspiegelhöhen und dem DGM eine Überschwemmungsfläche berechnet. Die aufgemessenen Bestandshöhen liegen in diesem Bereich jedoch deutlich höher als die Wasserspiegel-Höhen, so dass keine Überschwemmungsfläche auftreten kann.

6.3 Plausibilitätskontrolle

Im Anschluss an die Ermittlung des Überschwemmungsgebietes wurden Plausibilitätskontrollen durchgeführt.

Vor Ort wurde eine Kontrolle der Berechnungsergebnisse durch Inaugenscheinnahme der potenziellen Überschwemmungsflächen durchgeführt. Die Kontrollen haben keine Hinweise auf Ungenauigkeiten des verwendeten Datenmaterials ergeben. Die Darstellung des errechneten Überschwemmungsgebietes erscheint realistisch.

Aufgestellt:
Ingenieur-Dienst-Nord GmbH
Oyten, 30.03.2011

Bearbeitet:
Dipl.-Ing. Stefan Meyer
Dipl.-Ing. Karl Moog

gez. Dr.-Ing. Jörn Anselm